

<http://physicsweb.org/article/news/5/4/8>

2001/04/19

ترانزیستِرِ نوری جدید برای مدارهای اپتیکی

ابزار کوچک ی که علامت‌های لیزر را با ضریب 60 تقویت می‌کند (و این کار را با انتقالِ فتون انجام می‌دهد نه با انتقالِ الکترون) ممکن است به نسلِ جدیدی از اجزای فراسریع در مدارهای اپتیکی بینجامد. جونجی تُمیناگا [1] از مؤسسه‌ی ملی علوم صنعتی پیش‌رفته در ژاپن، و هم‌کارانش این ابزار را بار آورده‌اند، که قاعدتاً راه را برای مدارهای تمام‌اپتیکی هم‌وار خواهد کرد. این مدارها قاعدتاً اطلاعات را با سرعتِ نور منتقل می‌کنند [2]. ضخامتِ این ترانزیستِرِ فتونیکِ جدید فقط چند نانومتر است، برخلاف ابزارهای فعلی که برای تقویت به تارهای نوری بلند نیاز دارند.

در ابزارهای اپتوالکترونیکِ فعلی، وقت ی می‌خواهند علامت‌های اپتیکی را تقویت یا دست‌کاری کنند، باید آن‌ها را به علامت‌های الکترونیکِ تبدیل کنند. اما کندي حرکتِ الکترون‌ها از درون اجزای نیم‌رسانای سیلیسیمِی، کارایی کلی این ابزارها را به طور قابل‌ملاحظه‌ای کم می‌کند. ترانزیستِرِ فتونیکِ گروه تُمیناگا یک علامتِ لیزرِ آبی را تقویت می‌کند، بدونِ این که آن را به علامتِ الکترونیکِ تبدیل کند. به این ترتیب، مرحله‌ی تبدیل حذف می‌شود.

گروه تُمیناگا یک رشته حفره روی یک قرصِ اپتیکیِ چرخان درست کرد. این زیرلایه‌ی حفره‌دار را با یک لایه نقره اکسید می‌پوشانند، و سپس روی آن یک لایه‌ی دی‌الکتریک می‌نشانند. یک لیزرِ آبی و یک لیزرِ قرمز را روی یک نقطه‌ی قرصِ چرخان کانونی می‌کنند. لیزرِ قرمز تکه‌های کوچک ی از لایه‌ی نقره اکسید را می‌شکند و دانه‌های نقره‌ی نانومتری درست می‌کند. این‌ها مثلِ مرکزهای پراکننده‌ی نور عمل می‌کنند. لیزرِ آبی (علامت ی که قرار است تقویت شود) ناحیه‌های جای‌گزیده‌ی از الکترون‌های برانگیخته در اطراف حفره‌های قرص درست می‌کند. به این‌ها پلاسمون می‌گویند.

اگر یک خوشه‌ی نقره بالای یک حفره (و در نتیجه بالای یک پلاسمون جای‌گزیده) تشکیل شود، لیزر آبی از دانه‌ی نقره پراکنده می‌شود و پلاسمون زیر آن انرژی آزاد می‌کند. این فرآیند علامت لیزر آبی را تا 60 برابر تقویت می‌کند. تومیناگا می‌گوید: "ما برهم‌کنش پلاسمون را کاملاً نفهمیده ایم، اما این زمینه یک زمینه‌ی پژوهشی بسیار جالب برای آینده است."

نکته‌ی مهم این است که اتم‌های نقره‌ی هر دانه، دوباره وارد لایه‌ی نقره اکسید می‌شوند، چون بین دو لایه سفت فشرده شده اند. به این ترتیب، خوشه‌های نقره مثل دریچه‌ی ترانزیسترها می‌مانند، که بهره را کنترل می‌کند. تومیناگا می‌گوید: "این یک مفهوم کاملاً جدید است."

درجه‌ی تقویت این ابزار با کنترل توان لیزر قرمز تنظیم می‌شود. توان لیزر قرمز اندازه‌ی دانه‌های نقره‌ی تشکیل‌شده را تعیین می‌کند. اندازه‌ی دانه‌ها هم شدت علامت لیزر آبی تقویت‌شده را تعیین می‌کند: هر چه دانه‌ها بزرگ‌تر باشند، پراکندگی نور لیزر آبی بیشتر است.

تومیناگا می‌گوید: "اولین هدف ما افزایش ضریب تقویت از 60 است. فکر می‌کنیم با بهینه‌کردن ساختار می‌شود با شرایط خاص‌ی به بهره‌ی 10^9 هم دست یافت." تومیناگا و هم‌کارانش ضمناً به این خوش بین اند که روش‌های ساخت ابزارهای الکترونیکی فعلی را می‌شود چنان تغییر داد که برای تولید انبوه ترانزیستور فتونیک‌شان مناسب باشد.

[1] Junji Tominaga

[2] Applied Physics Letters 78 2417